

ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАБОТЫ ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

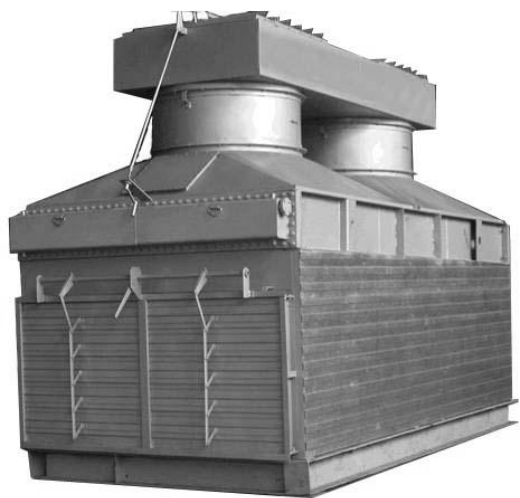
Неволин А.М., Плотников П.Н.
УрФУ
e-mail: alexandr_nevolin@mail.ru

Отсутствие затрат на водоподготовку и возможность размещать производства независимо от источников водоснабжения дают аппаратам воздушного охлаждения, по сравнению с жидкостными теплообменниками, неоспоримые преимущества. Недостатком их является низкий коэффициент теплоотдачи со стороны хладагента – воздуха, что обуславливает узкий диапазон изменения параметров оребрения и разбивки труб в решетках пучка и ведет к увеличению площади поверхности теплообмена и металлоемкости теплообменного аппарата (ТА). Поэтому интенсификация теплообмена для аппарата воздушного охлаждения масла (АВОм) имеет особое значение.

Создание нового аппарата или оптимизация существующей конструкции заканчивается проведением испытаний работы последних. В некоторых случаях опытная апробация требуется и на промежуточных стадиях проектирования. Существенно снизить затраты на испытания позволяет создание виртуальной модели ТА с последующим моделированием его технологического процесса. Модель, верифицированная сопоставлением с опытными данными, позволяет в дальнейшем вносить в нее изменения и получать достоверные результаты при значительной экономии времени и средств.

Данная работа представляет собой первую часть оптимизации конструкции АВОм с типом теплообменной секции 06-10, эксплуатируемого на газокompрессорных станциях магистральных газопроводов. Работа состоит в разработке модели теплообменника и анализе его рабочего процесса.

Описание конструкции. АВОм (рис. 1) служит для охлаждения масла низкого давления, которое проходит внутри трубок теплообменника, а снаружи через



оребрённые наружные поверхности рядов трубок теплообменника вентиляторами просасывается охлаждающий воздух. Теплообменная секция (ТОС) расположена горизонтально, представляет собой шестирядный шахматный оребренный пучок, количество труб – 240, имеет 1 или 2 хода по маслу. Над ТОС установлены горизонтально два вентилятора работающие «на просос», воздух поступает с боков ТА через систему жалюзи.

Рис. 1. АВОм

Создание модели. Для моделирования была выполнена полноразмерная твердотельная модель одной секции АВОм (рис. 2). Для экономии вычислительных ресурсов в модель были введены следующие упрощения:

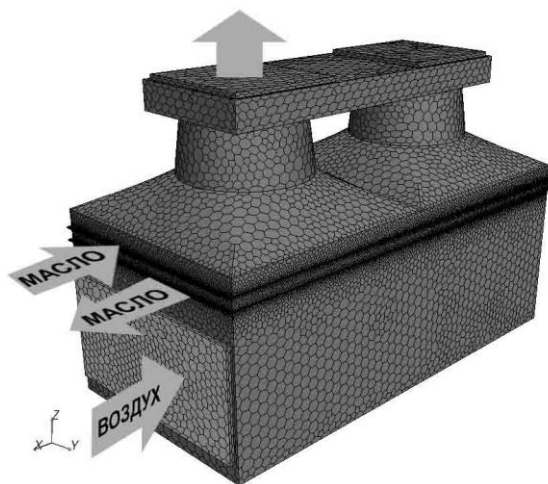


Рис. 2. 3D модель секции АВОм с расчетной сеткой

- исключались входные и выходные жалюзи, а также лопасти вентиляторов;
- трубный пучок представлялся пористым телом с эквивалентными теплогидравлическими характеристиками;
- были упрощены входной и выходной коллекторы масла, поворотная камера.

Для дискретизации модели и численного решения задачи применялся программный комплекс STAR-CCM+.

Для верификации полученных результатов на первом этапе использовались данные тех. паспорта АВОм, по которому задавались начальные параметры сред (температуры и расходы). Вход воздуха был задан по нормали к поверхности, как если бы входные жалюзи были полностью открыты. Выход воздуха был задан в виде свободного истечения в атмосферу.

Теплообменная секция аппарата задавалась как пористое тело. В этом случае, для течений в канале градиент давления пропорционален скорости потока: $\frac{dp}{dx} = -K \cdot V$, где K – сопротивление, V – скорость в соответствующем направлении. Причем, сопротивление K связывается со скоростью потока в форме линейной комбинации параметров $K = a|V| + b$.

Определения коэффициентов сопротивления a и b проводилось через аппроксимацию зависимости перепада давления на трубный пучок от скорости воздуха (масла) внутри пучка $\Delta p = f(V)$ [2]. Найденные из этих расчетов коэффициенты сопротивления и являются параметрами пористых сред, представляющих теплообменник. Теплосъем трубного пучка, замененного пористым телом, был задан по паспорту.

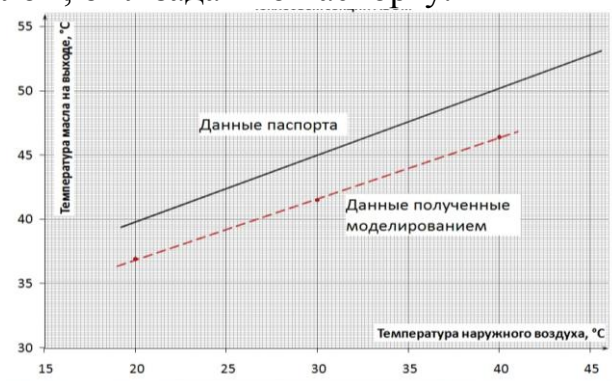


Рис. 3. Сопоставление расчетных значений с паспортными данными

Результаты. Проверка полученных результатов велась по температуре масла на выходе из ТА. На трех режимах работы разница рассчитанных и паспортных значений составила 7,3...7,8 % (рис. 3). В результате численного моделирования был получен большой спектр различных аэродинамических и теплогидравлических характеристик работы АВОм, включая поля скоростей потока воздуха и поля температуры воздуха и масла.

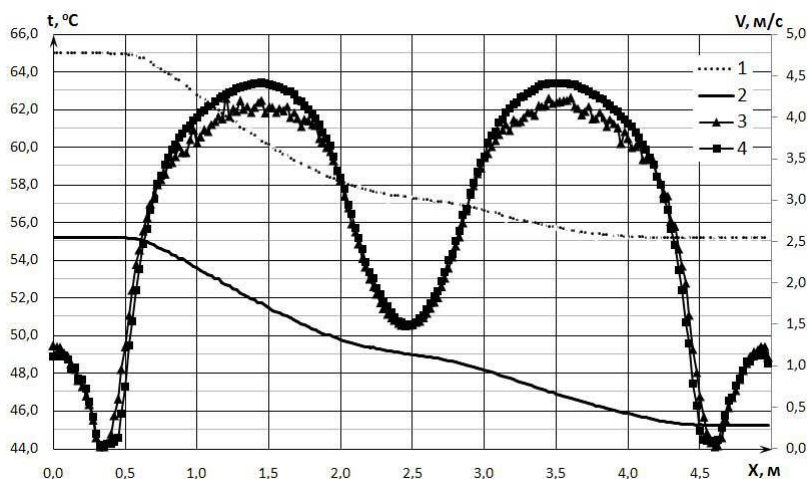


Рис. 4. Распределение температуры масла и скорости воздуха в ТООС: 1 – температура масла первого хода, 2 – температура масла второго хода, 3 – скорость воздуха во втором ходу, 4 – скорость воздуха в первом ходу

идет более интенсивно, и кривые температуры становятся более крутыми (рис. 4). На начальном и конечном участке ТООС, где имеют место застойные зоны, а также участке между вентиляторами масло практически не охлаждается. Из процесса активного теплообмена исключается до 25 % трубной поверхности. Это значительно снижает эффективность работы АВОМ, а при повышенных температурах охлаждающего воздуха в летний период эксплуатации может стать причиной недостаточного охлаждения масла.

Результаты моделирования показали, что существует необходимость дополнительной аэродинамической отработки конструкции АВОМ. Одним из возможных ее направлений является включение в конструкцию ТА специального направляющего аппарата, позволяющего выровнять поток воздуха перед трубным пучком. Отработка формы и расположения такого направляющего аппарата может быть достаточно корректно проведена на полученной модели.

Библиографический список

1. Крюков Н.П. Аппараты воздушного охлаждения. М.: Химия, 1983.
2. Основы расчета и проектирования теплообменников воздушного охлаждения: Справочник / А.Н. Бессонный, Г. А. Дрейцер, В. Б. Кунтыш и др.; под общ. ред. В.Б. Кунтыша, А.Н. Бессонного. СПб.: Недра, 1996. С. 479.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ОСОБЕННОСТИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ЭЛЕКТРОЛИЗА АЛЮМИНИЯ

*Николаев А.Ю., Письмак В.Н., Лебедев В.А.
УрФУ, E-mail: mlm@mail.ustu.ru*

Использование натриевых и калиевых электролитов с криолитовым отношением около единицы позволяют снизить температуру электролиза алюминия с 950 °С до 750 °С. Это позволяет повысить выход по энергии с 25 % до 50 % за счет снижения затрат электроэнергии на поддержание электролита в расплавленном состоянии. Однако применение таких электролитов имеет и недостатки, основными из которых являются снижение электропроводности электролита, растворимости и скорости растворения глинозема.

Анализ результатов проведенного моделирования работы АВОМ показывает его недостаточную эффективность. Боковой подвод воздуха приводит к неравномерному распределению скорости по длине ТООС: после прохождения воздуха через систему жалюзи поток разделяется на ярко выраженное ядро (под каждым вентилятором) и периферию. В ядре воздушного потока теплообмен